

# コスト・ドライバーの最適化モデル

## An Optimization Model of Cost Drivers

中 村 彰 良  
Akiyoshi Nakamura

An ABC system achieves improved accuracy in estimation of costs by using multiple cost drivers. But using multiple cost drivers may be costly. This paper shows an optimization model that balances savings in information processing costs with loss of accuracy. In the model the weights of the products play an important role. So it examines how to determine the weights.

- I 序
- II 最適化モデル
- III 最適化モデルにおけるウェイトの決定方法
- IV 結

### I 序

原価管理システムの目的は管理者に適時に適切な情報を提供することである。この情報は、企業の生産・サービス提供活動における資源の有効利用を可能にし、コスト・品質・収益性といった面での競争力を高める。

アクティビティー・ベースト・コストイング（ABC）は、組織内の製品・サービスのコストと収益性の構造を明らかにする。ABCは、個々の活動によって消費された資源を手掛かりにして活動のコストを製品へ跡付けるために複数のコスト・ドライバーを用いることによって、コストのより正確な見積もりを可能にする。この面でコスト・ドライバーは、企業資源の消費をもたらす活動と結び付いた測定可能な事象といえる。企業におけるこのような事象は非常に広範囲にわたっており、個々の活動について別々のコスト・ドライバーを用いることは効率的ではない。複数の活動のコストをグループ化し、製品・サービスへ跡付けるために単一コスト・ドライバーを用いることも考えられる。

ABCシステムを設計する上で重要なことは、必要とされるコスト・ドライバーの数の

決定とどのコスト・ドライバーを用いるかという二つの相互に関連した意思決定をすることと考えられる。選ばれたコスト・ドライバーのタイプが一定の正確性を確保するために必要なコスト・ドライバーの数に影響を与えることになるので、これら二つの意思決定は相互に関連していると考えられる。Babad and Balachandranは、正確性の喪失と情報処理コストを比較考量する最適化モデルを提示している。<sup>1)</sup> モデルは整数計画問題として定式化され、欲張り法を用いて近似的に解くことができる。<sup>2)</sup>

本論文の構成は次のとおりである。Ⅱにおいて最適化モデルおよび近似解を得る方法についてBabad and Balachandranもとづいて説明する。Ⅲにおいて、最適化モデルの中に含まれ、重要な役割を果たすウエイトについてそれをどのように決定すべきかを検討する。Ⅳにおいて要約を行い、将来の研究方向について検討する。

## Ⅱ 最適化モデル

A B Cは、より正確な製品原価の計算と生産管理の優れた技法として提唱されたものである。さらに、A B Cは顧客別収益性の分析などにも有用なものと考えられる。A B Cはほとんどすべての間接費を直接作業時間などの単一の基準を用いて配賦する伝統的な原価計算システムと対比される。単一の基準を用いることは情報処理が容易である点で優れているが、正確性の面で問題がある。すべての活動について別々のコスト・ドライバーを用いて計算することは正確性の点で優れているが、情報処理コストの面で問題がある。あるコスト・ドライバーについては現システムにおいてすでに集計がされていたとしても、伝達や処理にコストがかかると考えられる。またコスト・ドライバーは計画・統制目的で選択される面もある。あまりにも多くのコスト・ドライバーが選択されると、計画・統制面での効率性が損なわれる可能性もある。このようなことからコスト・ドライバーの選択についてはコスト・ベネフィットを考慮する必要がある。

最適な正確性と情報処理コストのバランスを決定するためには、用いるコスト・ドライバーの数とその優先順位を決めなければならない。あまり重要でないコスト・ドライバーについては情報処理コスト節約するためにまとめてしまう必要がある。二つ以上のコスト・ドライバーが完全に相関している場合には、それらを分けておく必要がないことがレンマ1で示される。しかし完全に相関していないコスト・ドライバーをまとめてしまうと、正確性の点で多少のロスが出てくる。以下のモデルでは、正確性の喪失と情報処理コストを比較考量して最適化する。

この分析においては、各コスト・ドライバーの実現値ではなく相対頻度を用いている。ここでは、製品とコストの集合を考え、生産活動と結び付いたコスト・ドライバーの集合を  $J$  で表す。また製品の集合を  $I$  で表し、 $i, j$  はそれぞれ  $I, J$  の要素を表すものとする。さらに以下の記号を用いる。

$\bar{V}_{ij}$  = 製品  $i$  によるコスト・ドライバー  $j$  の実際の利用量

$D_j$  = コスト・ドライバー  $j$  と結び付く活動のための総支出額

$U_i$  = すべてのコストの配賦を考慮した製品  $i$  の総コスト

$$U_i = \sum_j D_j \frac{\bar{V}_{ij}}{\sum_i \bar{V}_{ij}}$$

ここでは実際の利用量が相対頻度に変換されている。

$V_{ij}$  = 製品  $i$  によるコスト・ドライバー  $j$  の相対的利用頻度

この場合、製品  $i$  の総コストは以下のように表される。

$$U_i = \sum_j D_j V_{ij} \quad (1)$$

ここでは変動的費用のみを考えている。

コスト・ドライバーの選択を最適化するモデルを構成するために、ABCシステムの正確性およびコスト・ドライバーをまとめたときの正確性の喪失をどのように測定するか決めなければならない。コスト・ドライバー  $k$  と  $m$  を  $m$  にまとめ、すべてのコストの配賦を考慮した製品  $i$  の総コストを  $U_i^{km}$  で表すと、以下のようになる。

$$U_i^{km} = \sum_{j \neq k, m} D_j V_{ij} + (D_k + D_m) V_{im}$$

$$U_i - U_i^{km} = D_k (V_{ik} - V_{im}) \quad (2)$$

(2) 式は、コスト・ドライバー  $k$  と  $m$  をまとめたことによってもたらされる製品  $i$  のコストについての正確性の面での影響を表している。特別な場合には、以下で示されるようにコスト・ドライバーをまとめたも正確性の面でまったく影響がないこともありえる。コスト・ドライバー  $k, m$  およびすべての製品  $i$  について  $V_{ik} = V_{im}$  である場合、二つのコスト・ドライバーは完全に相関していると定義する。

## レンマ1

完全に相関しているコスト・ドライバーは、正確性を犠牲にすることなく、まとめて一つのものに代表させてしまうことができる。<sup>3)</sup>

二つのコスト・ドライバーが完全に相関しているときに、どちらのコスト・ドライバーを残すかを定める場合、各コスト・ドライバーの処理の困難性やコストが考慮されることになる。

二つのコスト・ドライバーが完全には相関していないときには、 $\sum_i V_{ik} = \sum_i V_{im}$ だから、ある製品  $x$  について  $V_{xk} - V_{xm} < 0$  ならば、別の製品  $y$  については  $V_{yk} - V_{ym} > 0$  というような差が出る。したがってつぎのようになる。

$$U - \sum_i U_i^{km} = \sum_i U_i - \sum_i U_i^{km} = D_k \left( \sum_i V_{ik} - \sum_i V_{im} \right) = 0$$

このためコスト・ドライバー  $k$  と  $m$  をまとめたことによる正確性の面での影響は、 $\sum_i (U_i - U_i^{km})^2$  という二乗するかたちの算式で算定されるべきである。

複数のコスト・ドライバーは様々な組み合わせ方でまとめることができる。二つのペアー毎にまとめた場合 ( $k_1$  と  $m_1$  を  $m_1$  にまとめるというような場合)、製品  $i$  のコストは  $U_i^{(k_1, m_1) \cdots (k_u, m_u)}$  と表される。この組み合わせ方をペアー毎の組み合わせと呼ぶ。また、すべてのコスト・ドライバーを一つにまとめてしまうこともできる ( $k_1 \cdots k_u$  を  $m$  にまとめるというような場合)。この場合、製品  $i$  のコストは  $U_i^{(k_1 \cdots k_u, m)}$  と表される。この組み合わせ方を複合組み合わせと呼ぶ。

## レンマ2

コスト・ドライバーの複合組み合わせは、製品コストの正確性を損なうことなく幾つかのコスト・ドライバーのペアー毎の組み合わせに置き換えることができる。<sup>4)</sup>

コスト・ドライバーの選択を最適化するために必要な第二の要素は、コスト・ドライバーを用いる場合の情報処理コストである。コスト・ドライバー  $j$  を用いる場合の情報処理コストを  $C_j$  で表す。情報処理コストの総額は、 $\sum_j C_j$  となる。組み合わせ ( $k, m$ )

でコスト・ドライバーをまとめた場合には、 $C_k$  を節約することができる。

製品には企業にとって戦略的重要性をもつものもある。そこで各製品  $i$  に重要性に応じてウェイト  $w_i$  を割り当て、コスト・ドライバーをまとめたことによる正確性の面での影響（正確な原価との距離）を算定する際にはこのウェイトを考慮することにする。

モデルは、ウェイトづけされた節約額<sup>5)</sup>の総額を最大化するかたちで与えられる。レンマ2より、ペアー毎の組み合わせだけを考慮すればいいので、モデルは以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \sum_{\text{all pairs (k, m)}} X_{km} \{ C_k - \text{SQRT} [ \sum_i w_i (U_i - U_{i \cdot km})^2 ] \} \\ & = \sum_{\text{all pairs (k, m)}} X_{km} \{ C_k - D_k \cdot \text{SQRT} [ \sum_i w_i (V_{ik} - V_{im})^2 ] \} \end{aligned}$$

ここで

もしペアー  $(k, m)$  であれば、 $X_{km} = 1$

実際には、管理者の能力の限界などによって、利用可能なコスト・ドライバーの数は制限されるかもしれない。Nをこの限界の数とするならば、モデルには次の制約が加わることになる。

$$\sum_{\text{all pairs (k, m)}} X_{km} \leq N$$

この決定過程においてウェイトが非常に重要な役割を果たす。このウェイトによって、正確な原価との距離を情報処理コストの節約額に対応する単位に変換しなければならない。また、ウェイトは経営管理者の優先順位を反映するように設定されなければならない。

この最適化モデルでは、意思決定者は潜在的な（未利用の）コスト・ドライバーも考慮しなければならないし、その利用コストも見積もらなければならない。意思決定者はこういった見積もりをパラメーター間の相互作用も踏まえた上で十分慎重に行わなければならない。

このモデル自体は整数計画問題である。またこの問題は0-1ナップザック問題でもあ

る。この問題では、目的関数が最大化されるように各項目<sup>6)</sup>をナップザックに詰め込むことになる。

整数計画問題については、近似値を得るためのアルゴリズムが適用可能である。それは欲張り法を用いた以下のようなものである。<sup>7)</sup>

#### ステップ1

コスト・ドライバーのペアーをそのウェイトづけされた節約額の大きいものから順に並べ、リストを作る。

#### ステップ2

リストの最初のペアーをスタックに入れる。もしペアー (k, m) であれば、源泉ドライバー k は標的ドライバー m にまとめられる。

##### 2. 1

k は既に他の標的ドライバー m にまとめられたので、源泉ドライバーとして k をもつ他のすべての組み合わせをリストから削除する。

##### 2. 2

m は既に標的ドライバーとして選ばれているので、源泉ドライバーとして m をもつすべての組み合わせをリストから削除する。

##### 2. 3

スタックに既にペアー (m, n) があれば、m は既に n にまとめられている。したがってスタックのペアー (k, m) をペアー (k, n) で置き換える。

ステップ2 は、十分な数のペアーが得られるか、リストがなくなるまで繰り返される。

#### ステップ3

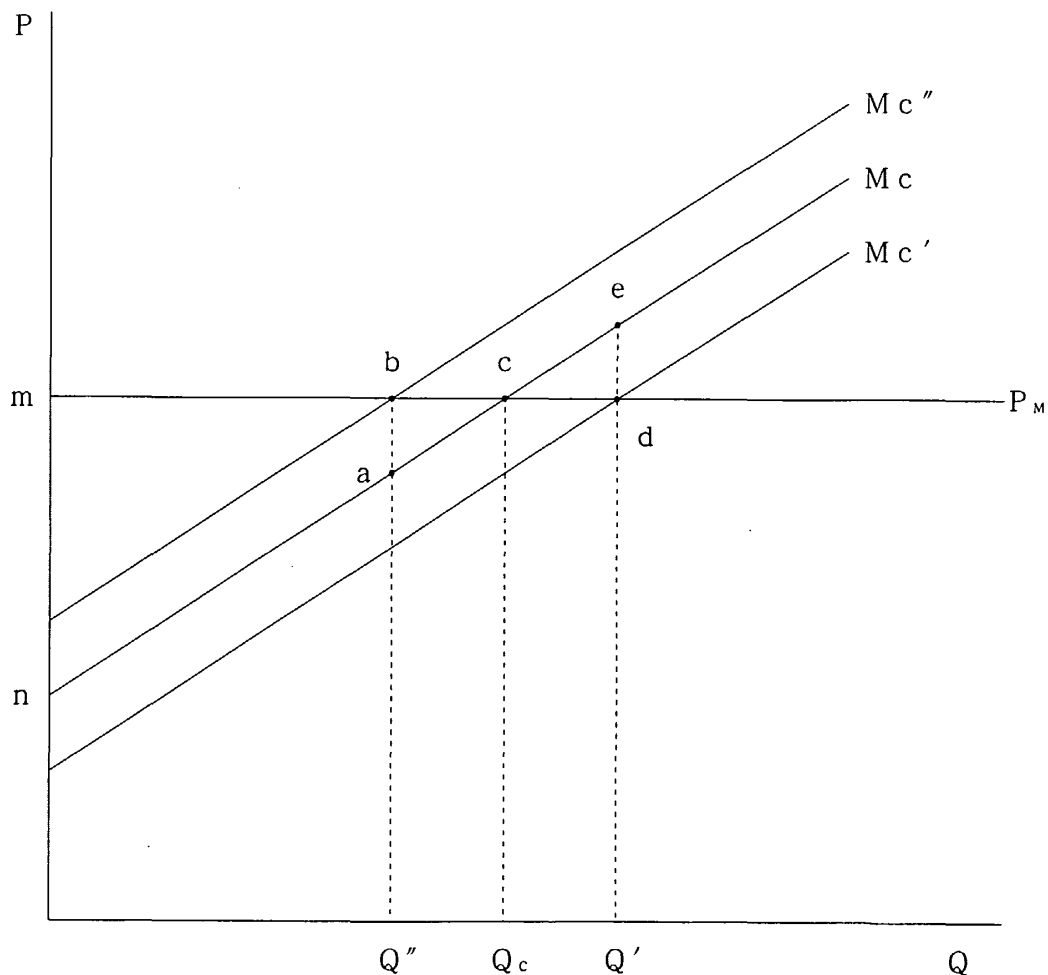
選ばれた解のウェイトづけされた節約額を計算し、それをもとのリストの最初のペアーのウェイトづけされた節約額とを比べ、リストの最初のペアーのウェイトづけされた節約額の方が大きければ、解を無視し代わりにリストの最初のペアーを用いる。

前述のように、この決定過程においてウェイトが非常に重要な役割を果たす。Ⅲにおいては、このウェイトの決定方法について考えてみたい。ここでは正確な原価との距離を情報処理コストの節約額に対応する単位に変換できるようにウェイトを設定することを主に考えている。

### Ⅲ 最適化モデルにおけるウェイトの決定方法

正確な原価との距離を情報処理コストの節約額に対応する単位に変換するためには、原価を正確に計算できないことによってどれだけの損失が生じるかを見積らなければならない。原価を正確に計算できないことによる損失といっても様々なケースが考えられるので、一般に損失の見積りは非常に困難である。そこで近似的に損失を見積るために以下のような手続きにしたがうのが有用かもしれない。<sup>8)</sup>

図 1



ミクロ経済学の企業活動に関する議論において、企業は限界収入と限界費用が一致するように生産量を決定することになる。<sup>9)</sup> この生産量より多く生産しても少なく生産しても企業の利潤は少なくなってしまう。例えば、図1のように市場価格を表す線が  $P_M$ 、限界

費用を表す線が  $Mc$  であるとする、生産量は  $Q_c$  に決定されることになる。ここで限界費用が実際の水準よりも低く見積もられ、 $Mc'$  のように考えられていたならば、生産量は  $Q'$  に決定されることになる。この場合、三角形  $cde$  の面積分の生産者余剰が失われることになる。反対に限界費用が実際の水準よりも高く見積もられ、 $Mc''$  のように考えられていたならば、生産量は  $Q''$  に決定されることになる。この場合、三角形  $abc$  の面積分の生産者余剰が失われることになる。原価を正確に計算できないことによる損失の近似値としてこの失われた生産者余剰を用いることが考えられる。各線が図にあるように直線であるならば、失われた生産者余剰は限界費用の見積り誤差と限界費用線の傾きが分かれば計算することができる。

限界費用の見積り誤差は、原価を計算する際の誤差とは違う。原価計算は平均的なものであり、限界的なものではない。しかし平均費用を限界費用の代理として利用することも考えられる。<sup>10)</sup> 費用のうち多くのものが変動費である場合には、この考えが支持され得る。ABCの基本的考え方は、コストと活動を結び付けて捕らえ、活動を通じてコストを跡付けることである。これはある意味ではすべてのコストを変動的に捕らえることと考えられないこともない。したがってこの場合、正確な原価との距離を限界費用の見積り誤差と見做すことにする。(ただし正確な原価との距離は絶対値  $|U_i - U_i^{km}|$  である。)

つぎに限界費用線の傾きをどのようにして得るかを考える。図1の三角形  $mnc$  の面積は生産者余剰を表す。実際に正確な原価情報によって生産量が決定されていたとするならば、この生産者余剰は限界利益  $MP$  と同じであると見做しても構わないであろう。したがって図1の  $mn$  の長さは次のように求められる。

$$mn = 2MP / Q_c$$

$mn$  の長さが求められれば、限界費用線の傾きが得られる。これで失われた生産者余剰が計算することができる。例えば三角形  $cde$  の面積は次のようにして求められる。

$$cde \text{ の面積} = \frac{Q_c}{2mn} \times |U_i - U_i^{km}|^2$$



これで原価を正確に計算できないことによる損失が計算できた。これを情報処理コストの節約額に対応させるならば、モデルのウェイトは  $Q_c / 2mn$  ということになる。 $mn$  に前の式を代入すると  $Q_c^2 / 4MP$  となる。このようにある製品のウェイトは、その製品の生産量を 2 乗して限界利益の 4 倍で割れば求められる。

ここでは正確な原価との距離を情報処理コストの節約額に対応する単位に変換できるようにウェイトを設定することを主に考えた。しかしウェイトはさらに経営管理者の優先順位を反映するように設定されなければならない。いま求めたウェイトについては生産量が多い製品のものが大きくなる。一概には言えないが、生産量の多い製品はその企業の主力製品であり、戦略的重要性が高いものである可能性がある。そのように考えるならば、ここで求められたウェイトは経営管理者の優先順位をある程度反映していると見ることもできる。

#### IV 結

前述のように ABC は、個々の活動によって消費された資源を手掛かりにして活動のコストを製品へ跡付けるために複数のコスト・ドライバーを用い、それによってコストのより正確な見積もりを可能にする。多くのコスト・ドライバーを用いることによって、コストの見積もりはより正確になると考えられる。しかし個々の活動について別々のコスト・ドライバーを用いることは情報処理コストの面で問題があることもある。そのため複数のコスト・ドライバーをまとめてしまった方が効率的な場合もあると考えられる。正確性の喪失と情報処理コストを比較考量する最適化モデルおよびその近似解を得る方法について Babad and Balachandran にもとづいて説明した。

この最適化モデルにおいてウェイトが非常に重要な役割を果たす。このウェイトの決定方法について、正確な原価との距離を情報処理コストの節約額に対応する単位に変換できるようにウェイトを設定することを中心に考えた。またこの方法によって決定されたウェイトはさらに経営管理者の優先順位を反映している可能性もある。

ここで取り上げられた最適化モデルは、製品原価計算上の正確性の喪失と情報処理コストを比較考量する形式になっている。このモデルを活動そのものの原価計算上の正確性の喪失と情報処理コストを比較考量する形式に変換することも可能であろう。この場合、ウェイトの決定はさらに困難になると予想される。またこのモデルは不確実性を考慮していないが、実際には正確性の喪失にしても情報処理コストにしても確定的に決まるものではない。モデルへの不確実性の導入も今後の課題となるであろう。

## 注

- 1) Babad Y. M., and B. V. Balachandran, "Cost Driver Optimization in Activity - Based Costing", *The Accounting Review*, July 1993, pp.563 - 575.
- 2) 欲張り法については、茨木俊秀『岩波講座 応用数学〔方法8〕離散最適化法とアルゴリズム』1993年、岩波書店 pp.83 - 85 参照。
- 3) レンマ1の証明については、Babad and Balachandran『前掲稿』p.567 参照。
- 4) レンマ2の証明については、『同稿』p.568 参照。
- 5) 情報処理コストの節約額からウエイトづけされた正確な原価との距離を差し引いたものである。
- 6) この場合、各項目はコスト・ドライバーのペアである。
- 7) このアルゴリズムについては、Babad and Balachandran『前掲稿』p.570 および茨木俊秀『前掲書』p.84 参照。
- 8) 以下の議論については、Harberger A. C., "Monopoly and Resource Allocation", *American Economic Review*, May 1954, pp.77 - 87. からヒントを得ている。
- 9) ミクロ経済学の文献、例えば奥田孝二、酒井泰弘、市岡修、永谷裕昭『ミクロ経済学』1989年、有斐閣 p.164 を参照されたい。
- 10) 平均費用を限界費用の代理として利用するという考え方については、Zimmerman J., "The Costs and Benefits of Cost Allocations", *The Accounting Review*, July 1979, pp.504 - 521. 参照。

## その他の参考文献

Cooper R., and R. S. Kaplan, *The Design of Cost Management System : Text, Cases, and Readings*, 1991, Prentice Hall.

Datar S. M., S. Kekre, T. Mukhopadhyay, and K. Srinivasan, "Simultaneous Estimation of Cost Drivers", *The Accounting Review*, July 1993, pp.602 - 614.

Johnson H. T., and R. S. Kaplan, *Relevance Lost : The Rise and Fall of Management Accounting*, 1987, Harvard Business School Press.

Kaplan R. S., "Measuring Manufacturing Performance: A New Challenge for Managerial Accounting Research", *The Accounting Review*, October 1983,

pp.686 - 705.

酒井泰弘『不確実性の経済学』1986年，有斐閣。

谷口洋志『公共経済学』1993年，創成社。

長谷川恵一「A B C の高揚と日本における反応」『企業会計』第44巻 8 号, 1992, pp.48 - 54.